豬糞堆肥自動翻堆機之開發[1]

譚 奇 才[2]

摘要：豬糞在臺灣所造成的環境污染已到達相當嚴重的地步，必須趕快加以有效控制。本所過去從事洋菇堆肥製造機械之研究多年，在洋菇日趨沒落的今天，欲將此項技術運用於解決豬糞所衍生的問題。先後開發完成豬糞堆肥自動翻堆試驗機合計三台，分別安裝於新竹縣橫山鄉及宜蘭冬山鄉的養豬場，進行性能試驗。試驗結果顯示本機有如下特點：(1)安全性高。(2)豬糞混合效果良好。(3)可在醱酵槽的任何區段將豬糞或已完熟的堆肥自動輸出。(4)粉碎效果佳，完熟的豬糞堆肥在裝袋前能維持在一定大小的顆粒狀或粉狀，以便於裝袋及有利於農民之施用。惟在雙向翻堆性能方面需要改進。

關鍵詞：豬糞，翻堆機

近年來由於環境保護意識不斷提高，國人對於生活品質的要求也日趨嚴格，我國年產肉豬恆超過七百萬頭，每年排洩之豬糞超過六百萬公噸，已居我國廢棄物之冠，總排洩物更年達四千萬公噸，對環境污染之嚴重性可想而知。因此，此一污染問題如不及早加以解決，勢將嚴重影響我國養豬事業之生存及發展。

本計畫旨在將污染源中最嚴重部份的豬糞利用機器設備，經醱酵而製成有機肥。如此不僅可澈底解決豬糞之污染，化腐朽為有用之物；施用於農田，又可使因長年施用化學肥料而酸化之土壤加以改良，增加作物產量及改善品質，一舉數得。作者多年從事有關洋菇栽培用機械之研究及開發工作，因此將洋菇堆肥製造技術與研究心得轉移到畜牧業及農業廢棄物處理上，加速畜產廢棄物處理技術技之開發。

民國四十年代，因為當時化學肥料生產有限，農田所需肥料以豬糞尿及人糞尿為主。政府為了協助農民製造堆肥，撥款補助農民興建醱酵池。這種醱酵池的規格大約是長5公尺，寬2公尺，深1.5公尺，沒有屋頂，所有水泥等材料費由政府負擔，工程費由農民自負。由於當時材料費遠高於工資甚多，故一般農民均樂於申請建造。建造完成後農民每隔一定時期將豬糞尿及人糞尿用牛車等工具運來，任其自然醱酵，醱酵完成的糞尿即可施放於農田。由於當時肥料不足，農民對這種有機肥都相當珍惜，因此不僅沒有浪費，也減少污染。作者當時曾多次參加醱酵池的驗收工作。這種醱酵池多關建在人煙稀少的地方，加之每次加入的新鮮糞尿有限，醱酵池所能散發的異味也非常有限，故無環境污染之顧慮。

及至臺灣經濟快速發展，農村勞力日漸缺乏，化學肥料已能自給自足，豬糞尿施用於農田的比例相對降低，加上養豬規模逐漸擴大，致造成嚴重污染。過去十數年間，我國從事豬糞尿處理技術研究工作，成效最著者計有臺灣糖業公司畜產研究所及省畜產試驗所。前者以處理及解決本身所屬養豬場為目標，後者則針對廣大養豬戶；部分大養豬戶亦曾引進日本廠商開發的新型設備，以解決本身的問題，但由於每年的排洩量實在太大，問題並沒有得到完善的解決，仍為大衆所詬病。

---

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1567 號。本研究承蒙行政院農業委員會輔助，謹此致謝。
2. 臺灣省農業試驗所農業工程系技士。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

此研究根據對我國養豬場的初步瞭解，參考國外有關資料及從事洋菇堆肥自動翻堆機研究的多年心得，完成設計繪製豬糞堆肥自動翻堆機工作。

本計畫另一重要工作是選定試驗合作對象。最後以新竹縣橫山鄉橫山地區農會爲合作對象。該農會所屬大平養豬場原以飼養母豬銷售小豬供應縣內各肉豬飼養場爲主要業務。此一業務因受市場景氣影響甚大，較不穩定。該場爲穩定小豬市場及提高利潤，已興建35公尺長的肉豬舍四棟，另擬興建65公尺長的肉豬舍一棟，該等肉豬舍均採用高床式，下方的V字型刮糞槽亦係由臺灣省畜產試驗所研究人員負責設計，指導施工。

橫山地區農會所屬大平地養豬場位於山坡上，呈階梯式建築，受地形的影響極大。本計畫原設計擬興建寬1.55公尺，深1.75公尺，長40公尺的鋼筋水泥醱酵槽一座，因受地形限制，必須改爲二座。

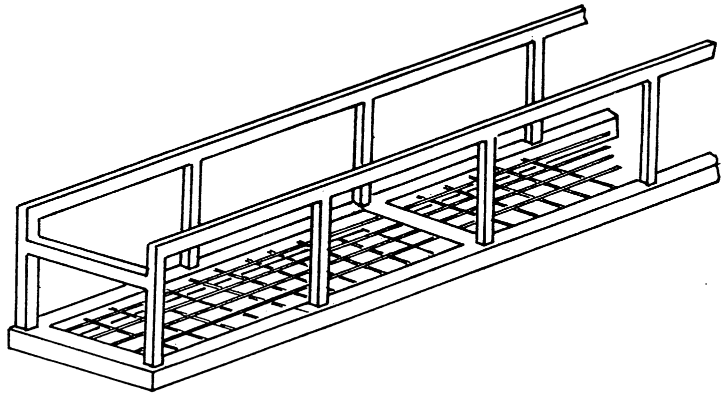
此外，爲增加處理據點，改善豬糞處理技術，作爲今後全面解決豬糞處理之張本，此研究第二年起另與宜蘭縣家畜生產合作社合作，選定宜蘭縣冬山鄉八寶養豬場爲實施對象，復根據在橫山大平地養豬場試驗所得試製改良型豬糞堆肥自動翻堆機一台，及補助建造豬糞醱酵槽一座。

結果與討論：

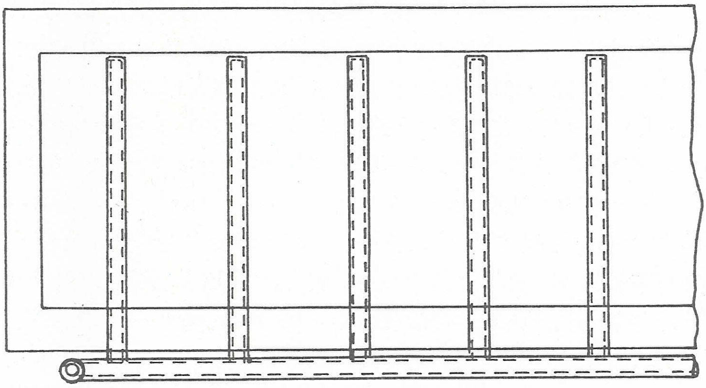
一、豬糞醱酵槽

本計畫共興建豬糞醱酵槽三座，其中大平地養豬場二座，宜蘭八寶養豬場一座。爲確保醱酵槽之安全，底部安裝有寬30公分，高30公分之地樑，主要由5／8吋鋼筋4支組成，另有3／8吋方框每隔25公分安裝一個。至於地樑間之地面由3／8吋鋼筋雙向單層每隔30公分裝一支再舖以三合土而成。至於上樑爲寬20公分，高25公分，均由5／8吋鋼筋4支，3／8吋鋼筋方框每隔25公分安裝一個而成。另支柱爲寬20公分，厚25公分亦由5/8鋼筋4支，3/8吋鋼筋方框每隔25公分安裝一個，如第一圖所示。此種支柱每隔2.5公尺安裝一根，其他空間則砌以紅磚，完工後牆壁表面敷以2.5公分之水泥及砂，以防漏水。底部每隔80公分另理設直徑60公厘PVC通風管，並在PVC管下方左右各有鑽孔作通風之用，如第二圖所示。上述通風管與槽外直徑76.5公厘PVC管相連，該管末端固定有一馬力鼓風機一至二台，視醱酵槽之長度而定。又醱酵槽之末端5至7公尺段未埋設通風管線，主要因爲豬糞醱酵已近完熟，毋需再通風所致。完工後的鋼筋水泥醱酵槽兩側頂端各舖設有9公斤鋼軌。

本計畫補助興建完成的醱酵槽共計三座，第一槽及第二槽興建在大平地養豬場。第三槽興建在宜蘭八寶養豬場。又第一槽全部興建在地面上，第二槽及第三槽各有0.75公尺在地面下，1公尺在地面上。第二及第三槽有部分在地面下，最大優點有二：第一、屋頂可較矮，節省建造費用及有利預防颱風襲擊，又屋頂寬度可較小，第二、有利於操作及管理。缺點爲不利於排水，但第三槽之一旁有排水溝之設置，此一缺點已不存在。但施工成本仍較高，對於地下水位較淺地區仍不適宜。



第一圖　醱酵槽鋼筋水泥基座



第二圖　醱酵槽底部通氣管

二、豬糞堆肥自動翻堆機

豬糞堆肥自動翻堆機製造有機堆肥的機械原理非常簡單。主要是將新鮮豬糞（含水率在65％至75％左右）傾倒入豬糞醱酵槽的前端，藉著自動翻堆機將堆積的新鮮豬糞不斷地上下翻動，同時，又在醱酵槽底部埋設通風管線，將新鮮的空氣定時輸入，而造成好氣性細菌的大量繁殖，將豬糞加以分解，同時會產生大量的熱，其溫度通常在70°C以上，在臺灣中南部夏季，甚至會超過80°C，當豬糞藉醱酵而完熟時，溫度即會下降，而變成物性穩定的有機肥料。

豬糞堆肥自動翻堆機的開發工作，因係依據過去研製洋菇堆肥翻堆機之多年經驗，試行設計及試製。因而對洋菇堆肥翻堆機之作業原理略加介紹。洋菇堆肥翻堆機所處理的材料在歐美主要爲麥稈，在我國主要爲稻稈。麥稈在製作洋菇堆肥以前通常係經過牧草打包機收集成大圓型或大方塊型，製作堆肥時再用剷堆機將麥稈打散，但麥稈仍多係以原來的長條狀存在。至於稻稈，製作堆肥時則多以切草機將稻稈切斷成三截或更短，以利製作堆肥。歐美各國的洋菇堆肥翻堆機共有兩種，一種係由二組鏈條爲主，在鏈條每隔一定間隔固定有倒T字型鐵條，在倒T字型鐵條上固定有十數支直徑約10公厘的圓鐵，此一組合與地面通常呈70度角如第三圖所示，本機共有四個車輪，由前輪帶動，作業時，鏈條速度極快，將麥稈或稻稈向本機上後方翻動，達到翻堆之目的。另一種係滾筒式，滾筒直徑約二公尺，上面固定有不同排列的鐵齒，作爲翻堆之用，滾筒轉速極低，此一機型亦係由四個車輪帶動，其中後面二個車輪較大，爲主動輪，前面二個車輪較小，純爲支持部分機體重量及轉彎之用。

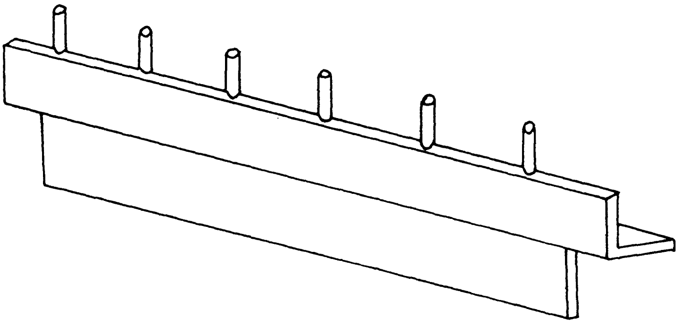
第三圖　鏈條撥桿式洋菇堆肥翻堆機

歐美各洋菇生產國早期均採用鏈條撥桿式翻堆機製作堆肥，優點爲結構簡單，體型小，重量輕，所需動力亦較小，缺點則是因爲無論麥稈或稻稈均呈長條狀，最易被卡住在鏈條與鏈輪間，使鏈條斷裂之頻率大幅提高，致無法準確控制每日之工作量。滾筒式因與麥稈或稻稈接觸面爲曲面，且直徑高達2公尺，遠超過麥稈之最大長度，故無上述缺點，爲近二十年來歐美各國所樂用之機種。

本所初次從事此項研究開發工作，除收集有關資料外，最直接可提供參考的資料闕爲洋菇堆肥翻堆機，而兩種機型均可作爲豬糞堆肥翻堆之用，且各有優劣。但如參考本文第(一)項有關豬糞醱酵槽部分所述各節，因爲翻堆機必須行駛在9公斤之鐵軌上，而醱酵槽之牆厚僅25公分，且高達1.75公尺，翻堆機之重量應以較輕者爲宜。另外，洋菇堆肥主要成分爲稻麥稈，易造成鏈條斷裂，但豬糞則呈塊狀，顆粒甚小，不易將鏈條卡住而斷裂。是故在洋菇界被淘汰的機型，在畜牧界則應有生存的空間。

洋菇堆肥製作與豬糞堆肥製作仍有很大的差異，二者製作堆肥時的含水率雖同爲70%左右，但洋菇堆肥製作時可在露地製作，其堆積高度可達2公尺，甚至更高。但同一含水率的豬糞在露地上，其堆積高度甚難超過30公分。因此，洋菇堆肥可以露地製作，豬糞堆肥則必則興建醱酵槽，以充分利用土地。

豬糞堆肥因係在醱酵槽中製作，翻堆機的走行裝置自以安裝在醱酵槽頂端的鐵軌上最爲簡便，而洋菇堆肥翻堆機前端的鏈條撥桿機組亦變成了上下擺動的機組件。另有二項特色必須一提的，洋菇堆肥的主要成分爲麥稈或稻稈，密度低而且單位體積的重量較輕，故翻堆機的撥桿速度可以很快。反之，豬糞的密度較高，同一單位體積的重量較洋菇堆肥重達數倍。故翻堆機的撥桿線速度在所用動力相同時必須較低。如所附動力較小時線速度應更低。另一項特色是撥桿的形狀，洋菇堆肥的組成份子爲長條纖維，因此撥桿以圓形條狀爲宜。豬糞則不然，豬糞堆肥在製作初期呈泥濘狀，由於水份被大量蒸發而漸呈塊狀及粉末狀，物理形態變化較大。故所採用的撥捍形狀亦必須加以配合，對於新鮮的豬糞，必須具有剷起及承載的作用，但對於中後期半完熟及完熟的堆肥，應具有分割，打碎及承載的作用。因此，就洋菇堆翻堆肥機而言，它所需要的是具有齒形的撥桿，但對於豬糞翻堆機而言，除了應具有齒形撥捍的作用外，尚需有承載運輸泥狀及粉狀物的能力。因此必須將它由單純的撥桿改良成多用途的刮板，如第四圖所示。



第四圖　豬糞翻堆機用刮板

歐美的中型洋菇堆肥翻堆機，一般的作業速度自0.3公尺／分鐘至2.4公尺／分鐘，換算爲小時則爲18公尺／小時至144公尺／小時。翻堆部總動力爲十五馬力之馬達一台。

本計畫第一台豬糞堆肥翻堆試驗機係根據上述基本理念，參考日本部分資料，配合本所原有部分機件，加以設計，組合。然後運往新竹縣橫山鄉大平地養豬場進行初步試驗。

茲再就試驗機的基本構造作一說明如下。

本試驗機由三個主要部分所組成，第一部分爲試驗機本體，共有四個相同大小的車輪，能在醱酵

槽上端的鐵軌上作前後行走，而且是四輪傳動，以增強翻堆的能力。前進及後退各二個速度，其中一組爲空走時使用，另一組爲作業時使用。動力則來自本體前上端的二個馬達，分別爲馬達1、及馬達2、均爲半馬力。空走時速度爲8.42公尺／分鐘，作業時爲7.98公尺／小時，空走速度爲作業速度的63倍，故以採用二組馬達在製造成本上反而較爲低廉。本體中間另有馬達3，亦係半馬力，主要在控制昇降盤。

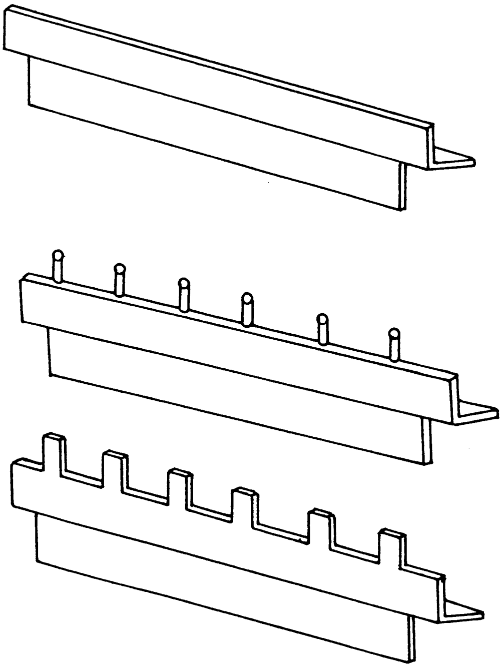
第二部分則是翻堆部，共有二組鏈輪分別固定於軸Ａ及軸Ｂ上，軸Ｂ爲主動軸，由馬達4所驅動，馬達4爲二馬力，另有二組不銹鋼輸送鏈條分別與固定在軸Ａ及軸Ｂ上之鏈輪相嚙合，鏈條每隔一適當距離固定有刮板一支，爲翻堆機主要功能之所在。

本體與翻堆部組合後如第五圖所示。此處必須一提的，翻堆部並非固定在本體上，而係放置於本體上，以軸Ｃ爲支點，可上下擺動，以應翻堆作業之需。翻堆部之上下擺動，受本體昇降盤之控制，昇降盤有鋼索與翻堆部相連，以控制翻堆部擺動的角度及位置。本試驗機的最大翻堆深度爲1.8公尺，此時翻堆部與地面間的最大傾斜角爲60度。爲了安全的理由，不使翻堆部因操作失誤而與地面接觸致機件損壞或發生危險，另有安全桿的設置，安全桿上端有螺帽二個。可將其調整至適當位置，以策安全。

第五圖　試　　驗　　機

本試驗機的作業速度爲7.98公尺／小時，翻堆部之總動力僅有二馬力馬達一台。與歐美中型洋菇堆肥翻堆機有關翻堆部之總動力相差7.5倍，其著眼點除了因爲本所已有此項設備外，主要大平地養豬場預定飼養之豬隻僅1,500頭，所產生之豬糞應已足可處理。

本試驗機所採用之翻堆刮板及刮板上端之齒形共有二種，其中一種係用5公分角鐵分別固定於二組不銹鋼輸送鏈條之上。角鐵下端另固定5公分高之長條鐵板一塊，因此刮板之總高度爲10公分，已足供作爲輸送豬糞之用。另一種刮板採用4公分角鐵，其他與5公分角鐵相同，此種刮板總高度爲9公分，負責輸送豬糞，均如第六圖所示。然後又在刮板上端，分別固定長5公分，直徑1公分之圓鐵突起及長5公分，寬5公分之平鐵突起，如第六圖所示。每一刮板所固定之突起數目並不相同。圓鐵突起之主要功能在將豬糞切碎或打碎，平鐵突起則有利於豬糞之剷起。兩種突起交互運用，以期達較好之翻堆效果。



第六圖　試驗機用刮板

本試驗機共有刮板31支，輸送鏈條之線速度爲9.43公尺／分鐘，每分鐘通過之刮板數爲48.9支。如以豬糞堆積高度爲150公分計算，作業前進速度以13.3公分／分鐘計算，則每分鐘可翻起豬糞0.309立方公尺／分鐘，或216.3公斤／分鐘。試驗時發現翻堆部採用二馬力馬達略嫌不足。

當第一台試驗機完成後，即在大平地養豬場進行試驗，後即根據試驗所得作必要之改良，前後另試製改良型翻堆機二台，分別安裝於大平地養豬場及八寶豬場，繼續試驗。改良型翻堆機與第一台試驗機最大之不同計如下述。

㈠基本結構已予以加強，以確保作業安全及機械壽命。

㈡翻堆部馬力酌予增加，由原來的二馬力酌增加爲三馬力。馬力不大幅增加的原因除了考慮用電負荷外，該二處養豬場所飼養之豬隻均在2,000頭以下，已足可應付。

㈢翻堆刮板數目酌予減少，由原來的31支，減少爲22支。主要原因每支刮板重達7公斤，酌予減少，可減少翻堆部的重量，再將鏈條線速度提高，作爲彌補。

豬糞翻堆機主要目的在翻動豬糞，藉醱酵製成有機肥料。這一點與洋菇堆肥翻堆機相似，但它有一項與洋菇堆肥翻堆機不同的特點：洋菇堆肥翻堆機作業時必須從堆肥長條之任何一端點出發，順著堆肥長條次第翻堆，至另一端點後方可離去。豬糞堆肥翻堆機則不然，因爲翻堆部可以上下擺動，因此可以自堆肥的任何一部位開始作業，故機動性特高，同時可以更經濟地使用醱酵槽。原因是新鮮豬糞含水率是70%左右，所佔體積較大，完熟前含水率已逐漸下降至50%左右，最後降至30%，體積亦相對減少許多。爲經濟利用醱酵槽，可利用本試驗機的特點，使堆積高度保持在一定水準上，使醱酵槽有較充裕的空間容納新鮮豬糞。

本翻堆機爲促進豬糞的好氣性醱酵，每天至少應翻動一次，如能翻動二次當更佳。將新鮮的豬糞製成完熟的堆肥在臺灣北部約需30天，中南部因氣溫較高，完熟時間應可縮短很多。

三、出料裝置

當新鮮的豬糞經醱酵而製成有機肥，必須順利取出，包裝成商品或散裝出售，這一系列的工作就是由出料裝置來完成。出料裝置，由一組比翻堆機略寬的平皮帶輸送機，粉碎刀組，出料斗組及平台所組成，出料裝置下方另有四個相同大小的車輪可在鐵軌上行走。當要出料時，將出料裝置加掛在翻堆機的後端，與翻堆機連成一體，藉翻堆機的動力同步前進。然後啓動翻堆機，翻堆機如同往常進行翻堆作業，惟一不同的是，翻堆時由刮板輸送到翻堆部上方的堆肥不再掉落在翻堆機後方的醱酵槽中，而直接掉落在出料裝置的平皮帶輸送機上，再經粉碎刀組將大塊的堆肥切碎後經出料斗組而裝入放置在平台上的袋中。所用之袋以飼料袋爲主，出料斗組下端每次可加掛飼料袋二個，每袋可盛裝含水率30％的有機肥30公斤。如不擬用袋裝而改用散裝方式運出亦可。

四、豬糞取得裝置之影響

本試驗有關豬糞之取得計採用兩種方式，大平地養豬場因係新建豬舍，全部採用畜試所研究人員負責設計之Ｖ型刮糞板裝置，每天將豬糞刮出，然後用農用運搬車運送至醱酵槽前端并倒入醱酵構中，然後製作堆肥。此種用Ｖ型刮糞板裝置刮出之糞便，由於尿液已自Ｖ型槽中間的尿溝中先行流走，Ｖ型槽兩側面僅餘糞便，理論上刮出來的糞便含水率應該很低。但實際則不然，由於此尿溝寬僅12公分，深僅6公分，只要一小段豬糞即可阻止尿液流出，此主要因糞便的吸水性特強所致。因此糞便含水率特高，均在90％以上，必須混合大量稻穀以降低含水率。此種混合作業通常均在醱酵槽內進行，借助翻堆機即可達到混合之目的。本所爲改善Ｖ型刮糞板裝置上述缺點，特研製單斜面刮糞板系統，並安裝於大平地新建65公尺長豬舍高床下方，經試驗確能將尿液分離。有關此一系統詳細構造擬另以專文詳加介紹。

八寶養豬場係傳統豬舍，因陋就簡，無法安裝刮糞板系統，該場用固液分離機分離豬糞，分離出來之豬糞含水率在80％左右，與豬糞醱酵適溫所需之含水率相差不多，本試驗以醱酵槽中後段半熟或完熟之堆肥作爲添加物，未採用穀殼等外來添加物，以節省費用。

用刮糞板系統大約可收集豬舍內90％之豬糞，固液分離機方面，根據畜產試驗所林副研究員財旺先生提供的資料，僅能收集20％的豬糞。

五、除臭問題

用豬糞堆肥自動翻堆機製造堆肥，經本所開發及二年多的試驗，已可肯定其價值，值得廣爲推廣。但在堆肥製造過程中，會產生惡嗅，不僅養豬場的工作人員難以忍受，鄰近村落及住家所受影響亦很大，造成環保上的嚴重問題及鄰居間的衝突。此一問題如不加以合理解決，翻堆機的推廣將成爲不可能。有關豬糞除臭問題，已早爲各國專家所注意，並加以研究。翻閱各項研究報告及著作，方法不下數十種，幾乎所有可能的方法均有人採用及研究。但時至今日，尙無一種方法可以達到投資最少，效果最佳，又不致造成二次公害的最起碼標準。

有關本研究微生物除臭的具體作法如下：將大量微生物加入定量的新鮮豬糞中，然後用翻堆機將其混合，俟雜菌全被消滅後再在醱酵槽前端加入新鮮豬糞，然後利用三組皮帶輸送機所組成的豬糞循環處理系統，翻堆機及出料裝置再將翻堆機後方的良好微生物回送至醱酵槽前端，與新鮮豬糞混合，如此周而復始，豬糞之臭氣已不存在。當醱酵溫度超過60°C以後，微生物已完全被消滅，無法再用。故可用之微生物均在60°C以前的這一段醱酵槽中。如果精確把握這一段，則可操作一較長時間。養豬場方面對增加三組皮帶輸送機固可解決問題，但亦增加操作上的不便，下年度擬在醱酵槽中段或尾端增加一座二公噸的吊車，能將翻堆機吊起，然後作180度的轉向，如此只要操作翻堆機即可達成同一目標，且可省不少設備費及維修費。

微生物製劑售價偏高，一方面是受技術層面的影響，另一方面也受培養液及培養劑的影響，再加上銷售量有限，無法大規模生產，也影響成本的偏高。將來由於技術的提昇，培養劑方面將來如能改採取之不盡的新鮮豬糞或已醱酵完成之有機肥作爲新的培養材料則生產成本可大幅下降，如再加普遍

地被採用，售價偏高的問題應該可以合理解決。本所農化系微生物研究室現已著手可行性的研究。

六、全部設施總投資及成本分析

豬糞取得之方式直接影響處理豬糞的頭數，已如上述，以下計算概以刮糞板系統刮取方式爲準。

翻堆機豬糞處理模式每年運轉所需總支出費用之計算詳附表一。有關每年豬糞製作有機肥料總產量如附表二所示。有關有機肥年收入預估如附表三所示。

附表一 翻堆機豬糞處理每年運轉總支出

養豬規模	1,500頭	3,000頭
設備折舊	68,207.00	88,807.00
設備維修	32,500.00	52,000.00
設備利息	40,250.00	56,800.00
電費	17,103.00	34,206.00
穀殼	23,460.00	46,930.00
工資	72,000.00	72,000.00
合計	253,520.00	350,743.00

附表二 翻堆機年生產有機肥總產量

養豬規模	1,500頭	3,000頭
豬糞年排洩總量	821 公噸	1642.5 公噸
有效利用豬糞總量（90%）	738.9 公噸	1478.2 公噸
應添加穀殼總量	23.46公噸	46.93公噸
新鮮豬糞含水率（80%WB）	738.9 公噸	1478.2 公噸
有機肥含水率（30%WB）	369.45公噸	739.1 公噸
添加穀殼總量（12%WB）	23.46公噸	46.93公噸
有機肥年產總量	392.91公噸	786.03公噸

以上各表計算，均係根據以刮糞板系統爲準，如係採用固液分離機收集百分之二十的豬糞，計算方式，亦應以百分之二十爲準。換句話說，以上各表均應以百分之二十爲固液分離機模式的計算標準。有關豬糞不同含水率與穀殼混合標準採用臺灣省畜產試驗所林財旺先生所著豬糞堆肥製造方法簡介（第九頁）。

本文對於以作者初步開發成功的豬糞堆肥自動翻堆機作爲豬糞處理模式所作之分析，是以養豬規模1,500頭及3,000頭作爲分析對象。以上二種養豬規模皆爲現階段完成的翻堆機所能處理。根據附表三的分析，1,500頭規模的養豬場在豬糞處理上的總投資爲新臺幣805，000元，3,000頭的總投資爲新臺幣1,136,000元。以上兩項投資均不包括土地成本及豬糞是如何取得的，諸如用刮糞板系統或固液分離機取得豬糞，此等設備費均不包括在附表三的總投資內。又根據附表七的分析，1,500頭豬全年的平均排糞量是821公噸，3,000頭是1642.5公噸。如皆以刮糞板系統取得豬糞，大約可取得總數量的九成，也就是說1,500是738.9公噸，3,000頭是1478.2公噸。再按體積比4分豬糞加1分稻殼，每年所生產的有機肥料1,500頭爲392.91公噸，3,000頭是786公噸。如以每公斤新臺三元計算（參閱附表八），1,500頭每年的收入爲新臺幣925,210元，3,000頭是新臺幣2,007,347元。一年的收入已可全部回收所有投資尙有剩餘。如果以每公斤二元計算，1,500頭每年的收入是新臺幣532,300元，3,000頭是1,221,317元，對於1,500頭的養豬場而言，此項收入，已足可回收百分之六十六的投資，但對於3,000頭的養豬場而言，第一年的收入仍可回收投資，第二年起則爲純利潤，對於養豬場而言，不無小補。此外，目前有機肥每公斤市價超新臺幣六元，如果大量生產對一般農民而言，亦一大福音。

附表三　有機肥年收入預估

養豬規模	1,500頭	3,000頭
有機肥總產量	392.91公噸	786.03公噸
每公斤售價	2元／公斤	2元／公斤
總收入	785,820元	1,572,060元
每公斤售價	3元／公斤	3元／公斤
總收入	1,178,730元	2,358,090元
總支出	253,520元	350,743元
利潤(1)	532,300元	1,221,317元
利潤(2)	925,210元	2,007,347元

本翻堆機目前處理最大豬糞量如以刮糞板系統爲例應爲肉豬5,000頭，如以固液分離爲收集豬糞系統則爲肉豬22,500頭，如前所述，本翻堆機翻堆部總馬力爲3馬力，而一般中型洋菇堆肥翻堆機，其翻堆部之總動力爲15馬力，二者相差高達五倍。因此，如果有此需要，大幅提高豬糞翻堆機之性能，則仍有很寬廣的發展空間可資利用。

本翻堆機豬糞處理系統對於中大型養豬場而言，應屬相當合用。對於小型養豬場而言，如能在適當地點設立處理中心，並可仿照垃圾車的方式，每天派車巡迴各養豬場，收集豬糞，集中處理，按照送來豬糞多寡，收取費用及分派利潤，應屬可行。

對於新建養豬場，則應加以鼓勵多多採用刮板式收集系統，以利豬糞之收集。

根據本文分析，如採用翻堆機豬糞處理系統，不僅可解決豬糞污染問題，如經營管理得法，除可回收全部投資，尙有可觀之利潤，且不致造成二次公害，實值得國人參考採用。

檢討及結論

本所開發之豬糞堆肥自動翻堆機到目前爲止已生產完成三台，均在使用中，性能良好。該機具有四大特點，茲分述如下：

一、安全性高，本翻堆機長達3.69公尺，安定性極佳，不易出軌翻車，另於第十二圖所示，翻堆部以軸C爲支點，可上下擺動，而軸C僅掛附在機體上，並非固定在機體上，而連成一體。因此，當翻堆部翻堆時如遇異常狀況影響安全時，軸C會自動跳離其機上原有位置，以確保作業安全。

二、混合效果良好，本翻堆機翻堆刮板上有二種不同的翻堆齒，其中一類是以先將豬糞切碎爲主要目的，第二類則以運輸爲目的，使翻堆機能正常運作，達到翻堆及混合的雙重效果。

三、可在醱酵槽的任何區段將豬糞或已完熟的堆肥自動輸出。本翻堆機具有獨立的出料裝置，當翻堆機作業時，透過出料裝置，可將豬糞或已完熟的堆肥輸出，也可以裝袋或散裝出售，由貨車運往目的地。

四、粉碎效果佳，出料裝置內安裝有粉碎刀，使有機肥在裝袋之前能維持在一定大小的顆粒狀或粉狀，以便於裝袋及有利於農民之施用。

五、本翻堆機之缺點如下：即翻堆機只能單方向翻堆，無法作雙向翻堆。目前雖有豬糞循環處理系統即三台平皮帶輸機組合可將豬糞或堆肥反方向運輸任何特定地點，此一系統可彌補大部分缺點，但需增加設備及維修費用。翻堆機如果能雙向翻堆，運用將更趨靈活。因此，下年度擬加裝固定式二噸吊車一台，則此一缺點可以免除。

參考文獻

1. Karl Hartmann und co. 1981，Composting and Compost Turners.
2. 國部進　1985　脫臭新技術基礎。（復漢出版社）
3. 傅政敏　1988　畜牧廢水處理。（臺灣糖業公司畜產研究所）
4. 森武夫　1987　日本利用家畜糞便堆肥製造現況及方法。（中華生質能源學會）
5. 林財旺　1986　豬糞堆肥製造方法簡介。（臺灣省畜產試驗所）

The Development of an Automatic Hog Waste Turner for Making Manure[1]

Chi Tsai Tan[2]

Summary

Hog waste is a very serious problem and causes pollution in Taiwan now, hence, it must be controlled before it is too late. This Institute had studied the mushroom compost turners during recent years. A compost turner had been designed and successfully manufactured for mushroom growers in Taiwan. However, the production cost of mushrooms in this country is too high compared with those mushroom growers in those under developed countries all over the world especially in Asia. Therefore. the techniques learned from the mushroom turner are used to solve the hog waste problem which has had already existed for so long a time in this country.

Three sets of automatic hog manure turners have already been designed and manufactured, two sets of the turner were delivered and experimented in a hog farm in Hsinchu prefecture. the third one was delivered and experimented in a pig farm in Ilan prefecture. The performances of those turners are very satisfactory in those places. special features of those turners are:

(1)The use of turners is safe.

(2)The mixing of upper and lower part of wastes are very good.

(3)The manure can be taken away from the system automatically at any place.

(4)The manure can be cut to small pieces or even powder so that famers can put them in the field without any difficulty.

However, there is also a minimum defect by using the turner, that is this turner can be operated just only in one direction. It must be improved immediately for better performances and thus easier to extend the turners to famers.

Key Words : Hog wastes, Turner

---

1. Contribution No. 1567 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Junior specialist, TARI, Taichung,R. O. C.